LIVRET DU PROFESSEUR
BOITE TECHNIQUE 1

© 1983 LEGO Group

45 F

PREFACE

L'ensemble LEGO Technic I a été conçu pour stimuler l'activité intellectuelle et l'imagination des enfants, tout en leur permettant d'acquérir des connaissances pratiques et de développer leur facultés manuelles.

Ce matériel suscitera chez les élèves le goût de la recherche et de l'expérimentation, renforçant ainsi leur confiance en eux et leur sens critique vis-à-vis d'eux-mêmes. L'expérience technique acquise favorisera leur développement général.

La grande diversité des thèmes techniques et mécaniques abordés permet d'utiliser la boîte LEGO Technic I aussi bien dans l'enseignement primaire que secondaire.

1.1. CONTENU

La boîte TECHNIC I – réf. 1030 – se compose de:

- 179 éléments LEGO,
- 20 fiches d'activités,
- 1 boîte de rangement résistante, avec des compartiments et un couvercle transparent coulissant.

Les 20 fiches d'activités peuvent être commandées séparément (réf. 1031).

Des éléments complémentaires sont également disponibles. Ils permettent de remplacer les pièces égarées ou d'élargir des ensembles pour répondre aux besoins des enseignants.

A la fin de ce livret, se trouve la liste des sachets complémentaires. Vous voudrez bien l'adresser à votre revendeur habituel.

1.2. DESTINATION

Cet ensemble couvre un large éventail de progression scientifique et mécanique. Il sera utilisé dans les écoles primaires et secondaires, selon l'expérience et la capacité motrice des élèves.

Etant un jeu de construction, la boîte TECHNIC I offre une infinité de modèles à construire et de possibilités de thèmes pour l'enseignement.

Les 20 fiches d'activités sont inspirées de la technique employée dans la vie quotidienne.

Ce guide a pour but de donner conseils et assistance dans l'utilisation pédagogique des fiches.

Les suggestions qui sont faites ne sont pas des prescriptions absolues et l'utilisation d'une fiche particulière peut donner lieu à un large choix de méthodes d'enseignement.

Les 10 premières fiches proposent les constructions les plus simples (degré de difficultés à partir de 7 ans). Les 10 suivantes demandent des capacités supérieures (degré de difficultés à partir de 9 ans).

Toutefois, l'habitude pratique acquise par les enfants peut permettre d'aborder plus vite des réalisations dont le degré de difficultés est plus élevé.

1.3 THEMES ABORDES PAR LES FICHES D'ACTIVITES

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Connaissance du contenu	X	X																		
Principes de construction		X	X																	
Rigidité des structures			X																	
Leviers		O	O	X				O	O	O			O		O	O	O	O	O	O
Principes de transmission																				
Transmission par courroie					X															
Transmission par pignon						X	X		O			X	O	O	O		O	O	O	
Transmission de mouvement								X	O				X		O		O	O	O	O
Energie cinétique			O						X					O						
Roue		O		O	O					X	X			O			O		O	O
Engrenage					O	O	O		O			X	O	O	O	O	O	O		
Force centrifuge														X			O			
Applications																				
Treuil															X					
Poulies et palans															O	X				
Force hydraulique																	X			
Force éolienne																		X		
Systèmes de direction																			X	X
Joint de cardan																			O	O

X Activité principale O Activité secondaire

On peut utiliser les fiches d'activités en les exploitant par ordre numérique.

On peut également les utiliser en relation avec un thème ou un sujet particulier.

Exemple: thème sur les leviers ..... fiche 4
thème sur les engrenages ..... fiche 6, 7, 12, 13, 14 et 15.

Toutefois, pour faciliter l'étude et la réalisation de certains modèles, il est souhaitable d'avoir au préalable effectué des manipulations dites de base. Ainsi, les fiches 1, 2 et 3 doivent être étudiées avant de commencer un travail sur les fiches 4 à 20.

L'activité 7 présuppose un travail sur l'activité 6,
L'activité 12 présuppose un travail sur l'activité 6,
L'activité 13 présuppose un travail sur l'activité 6, 8 et 12,
L'activité 15 présuppose un travail sur l'activité 4, 12 et 13,
L'activité 17 présuppose un travail sur l'activité 4, 12 et 14,
L'activité 18 présuppose un travail sur l'activité 4, 12 et 13,
L'activité 19 présuppose un travail sur l'activité 3, 4, 10 et 13,
L'activité 20 présuppose un travail sur l'activité 4, 10, 13 et 19.

Lorsque plusieurs réalisations sont décrites sur une même fiche, les étapes de construction pour chaque modèle sont indiquées dans des couleurs différentes:

- Modèle 1 = numéro de construction sur fond blanc,
- Modèle 2 = numéro de construction sur fond jaune,
- Modèle 3 = numéro de construction sur fond rouge.

Le modèle de la dernière page n'a pas de code de couleur.

Afin de tirer le meilleur profit des fiches d'activités, il est important d'expliciter certains détails:

1. Recensement des éléments (nomenclature)

Le recensement des éléments indiqué en haut et à gauche des pages intérieures des fiches 4 à 20 correspond à l'ensemble des éléments qui entreront dans la construction du modèle étudié. En cas de pluralité d'un même élément, la quantité correspondante est indiquée à côté.

2. Longueur des axes

Un recensement général des axes, représentés à l'échelle 1, est donné sur la cassette contenant les 20 fiches d'activités. Les numéros repères des axes sont indiqués à chaque stade des constructions.

1.4. METHODES D'ENSEIGNEMENT

Il est important de souligner que l'ensemble TECHNIC I peut être utilisé sans les fiches d'activités. La capacité des enfants à construire ou à faire des expériences, lorsqu'on a stimulé leur créativité et leur imagination, est tout à fait étonnante.

Dans un premier temps, on peut laisser les élèves utiliser librement le matériel, sans aucune directive. Le professeur receuillera ensuite les impressions de chacun. Le temps nécessaire à cette période d'adaption est variable.

Cependant, lorsque les premiers enthousiasmes commenceront à s'estomper, il sera possible de structurer l'utilisation du jeu de plusieurs façons.

Il n'est pas nécessaire, de la part des enseignants, d'avoir des qualifications particulières car le but de ce matériel n'est pas d'apprendre aux élèves selon les principes classiques mais bien au contraire de les laisser chercher, construire, expérimenter et trouver leur propre réponse.

De ce fait, plusieurs démarches pédagogiques peuvent être utilisées. En voici quelques unes, à titre d'exemples:

1. Imagination libre.

2. Observation de la première page (exemples réels) ⟶ Réalisation de constructions et expériences en rapport avec le sujet traité.

3. Discussion à propos de la page 1 ⟶ Construction de modèles simples selon les instructions des pages intérieures, suivie d'une expérimentation.

   ↓

   Les élèves les plus capables peuvent même essayer de construire les modèles les plus compliqués, souvent les plus passionants, qui sont proposés en dernière page.

4. Construction de modèles simples, selon les instructions des pages intérieures, puis expérimentation et recherche des applications pratiques.

5. Boîte noire: le professeur construit le modèle et le montre aux élèves, en cachant son fonctionnement pour que seules l'entrée et la sortie puissent être vues. Ceux-ci devront alors reproduire le modèle.

6. Résolution d'un problème: un problème théorique est proposé aux élèves, au tableau par exemple. Puis on leur demande de trouver la solution pratique la mieux adaptée.

Les pages suivantes donnent des renseignements sur l'utilisation des fiches d'activités, tout en laissant au professeur le libre choix de sa méthode d'enseignement.

Les deux premières fiches doivent être considérées comme des exercices d'introduction.

Activité 1: La boîte et son contenu – familiarisation

THEORIE

Les élèves doivent se familiariser avec chaque élément et apprendre à bien les placer dans la boîte de rangement. C'est pourquoi ils ne sont pas en place lors de la livraison de l'ensemble. Les élèves devront aussi se familiariser avec les fonctions pratiques de la boîte.

PREMIERE PAGE

Elle présente le contenu de l'ensemble complet: les éléments, la boîte et la cassette avec les 20 fiches d'activités.

PAGES INTERIEURES

La grande photo illustre la place de chaque élément. Présentez chaque élément, expliquez aux éléves son nom, sa fonction et demandez leur de le mettre en place dans la boîte. Cette activité est instructive car elle permet aux enfants de faire connaisance avec toute une variété de formes et de couleurs.

DERNIERE PAGE

Elle montre comment utiliser les fonctions de la boîte de rangement.

Le couvercle placé sur la glissière, à l'arrière, peut servir de support pour la fiche que l'on est en train d'utiliser.

Pour un grand nombre d'éléments, la meilleure façon de les saisir est d'appuyer sur une extrémité pour les faire basculer.

Un compartiment pour le rangement des pièces complémentaires (ficelle, caoutchouc ...) se trouve sous la plaque de base verte.

Activité 1: Vue générale des éléments

ELEMENT	NOMBRE	DESIGNATION	COULEUR
	1	Poids (54 g)	Rouge
	1	Poutre à 8 tenons	Rouge
	4	Brique 2 x 4 tenons	Bleue
	8	Plaque tournante	Bleue
	4	Mécanisme de bascule (à assembler avant le rangement)	Bleu
	1	Angle	Bleu
	1	Cardan	Gris
	1	Piston	Gris
	4	Crémaillère	Grise

Activité 1: Vue générale des éléments

ELEMENT	NOMBRE	DESIGNATION	COULEUR
	4	Plaque 1 x 3 tenons	Rouge
	4	Plaque 1 x 4 tenons	Rouge
	2	Plaque 1 x 6 tenons	Rouge
	2	Plaque 1 x 8 tenons	Rouge
	4	Pneu (à assembler avant le rangement)	Noir
	4	Jante	Grise
	1	Volant	Gris
	2	Poulie	Grise
	1	Ficelle	Noire

Activité 1: Vue générale des éléments

ELEMENT	NOMBRE	DESIGNATION	COULEUR
	2	Pignon 40 dents	Gris
	3	Pignon 24 dents	Gris
	6	Pignon 8 dents	Gris
	2	Pignon conique (Couronne 24 dents)	Gris
	2	Pignon conique (couronne 14 dents)	Gris
	8	Douille d'angle	Grise
	20	Douille de connexion	Grise
	20	Douille d'arrêt	Grise
	12	Poutre à 2 tenons	Bleue
	12	Poutre à 4 tenons	Bleue

Activité 1: Vue générale des éléments

ELEMENT	NOMBRE	DESIGNATION	COULEUR
	2	Poutre à 6 tenons	Bleue
	2	Poutre à 8 tenons	Bleue
	2	Poutre à 12 tenons	Bleue
	4	Poutre à 16 tenons	Bleue
	4	Axe, longueur 4 tenons	Noir
	4	Axe, longueur 6 tenons	Noir
	2	Axe, longueur 8 tenons	Noir
	2	Axe, longueur 10 tenons	Noir
	2	Axe, longueur 12 tenons	Noir

Activité 1: Vue générale des éléments

ELEMENT	NOMBRE	DESIGNATION	COULEUR
	4	Plaque à trous 2 x 4 tenons	Rouge
	4	Plaque 2 x 6 tenons	Rouge
	2	Plaque à trous 2 x 8 tenons	Rouge
	4	Plaque de base 8 x 16 tenons	Verte
	4	Elastique	Noir

Activité 2: Principes de constructions LEGO

THEORIE

Le but de cette activité est de faire connaître aux élèves les principes fondamentaux de constructions.

PREMIERE PAGE ET PAGES INTERIEURES

Elles montrent les principes d'assemblage. Si les élèves ne connaissent pas encore la boîte LEGO TECHNIC I, il est souhaitable de les laisser travailler individuellement, à leur propre rythme; ce qui leur permettra d'acquérir une expérience des multiples possibilités fournies par ce matériel.

Après cette phase expérimentale, les diverses possibilités d'assemblage des éléments peuvent être réalisées en utilisant les photos de la fiche ou les propres expériences des élèves. Comme exemple, sur la base de leurs découvertes les élèves peuvent essayer de suggérer où et comment les assemblages décrits peuvent être appliqués dans la vie réelle.

Ces assemblages peuvent être divisés en assemblages rigides (indémontables): soudage, cloutage, collage, et en assemblages mobiles (démontables): vissage, boulonnage, accouplements (arbres) et transmissions.

En ce qui concerne les axes de roues, il convient de comparer la roue indépendante et les essieux rigides (voir fiche 10).

DERNIERE PAGE

Les ciseaux en extension montés là sont un des nombreux exemples des possibilités offertes par le matériel.
Demandez aux élèves de réaliser des assemblages simples, permanents aussi bien que démontables. Demandez leur ensuite de répondre à la question: quels matériaux utiliserait-on dans la réalité pour réaliser ces mêmes montages?

Activité 3: Rigidité des structures

THEORIE

Les structures sont conçues pour assurer la stabilité ou pour fournir un support. Les principes retenus sont ceux du triangle rigide et du quadrilatère non-rigide.

PREMIERE PAGE

La photo 1 montre un pont métallique, à poutres en treillis.

Question: Nommez les formes que l'on peut trouver dans ces structures.

Réponse: Des triangles.

La photo 2 montre un portail de jardin.

Question: Pourquoi a-t-on mis une pièce en diagonale?

Réponse: Pour renforcer la structure en augmentant sa rigidité.

La photo 3 montre la construction d'un toit.

Question: Comment le constructeur a-t-il renforcé cette structure?

Réponse: En rendant la structure rigide au moyen d'entretoises.

PAGE INTERIEURES

En haut et à gauche, c'est un carré. Laissez les élèves découvrir eux-mêmes que le carré manque de rigidité, puis faites les chercher la façon dont on pourrait le rendre plus rigide. Deux solutions sont montrées en bas et à droite. Laissez aussi les enfants découvrir que les poutres supérieures et inférieures du carré sont toujours parallèles même lorsqu'elles sont déplacées.
N.B.: Soyez prêt à accepter d'autres réponses si elles sont logiques. Le professeur peut découvrir avec les élèves et les faire participer.

Le modèle en bas et à gauche est un trapèze. Les élèves doivent découvrir que les poutres supérieures et inférieures du trapèze ne restent pas parallèles lorsqu'elles sont déplacées. Cette propriété est utilisée dans le trapèze de direction qui sera étudié dans les fiches 19 et 20.

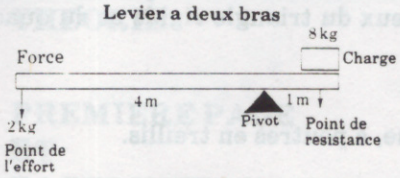
En haut et à droite, se trouvent deux triangles. Les enfants doivent découvrir que les structures sont rigides et que le triangle isocèle est plus stable que le triangle rectangle.

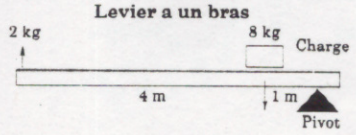
DERNIERE PAGE

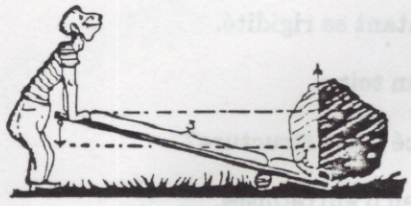
Elle montre une balançoire en forme de levier, en haut, et une balançoire suspendue, en bas. Ce sont des structures familières aux enfants, utilisant les principes de la rigidité des triangles. La balançoire-levier peut aussi être utilisée pour étudier le phénomène d'équilibre.

Activité 4: Leviers

THEORIE







Le levier est un des outils les plus vieux de l'humanité.

En utilisant une barre pivotant autour d'un point fixe, il est possible de soulever des charges lourdes.

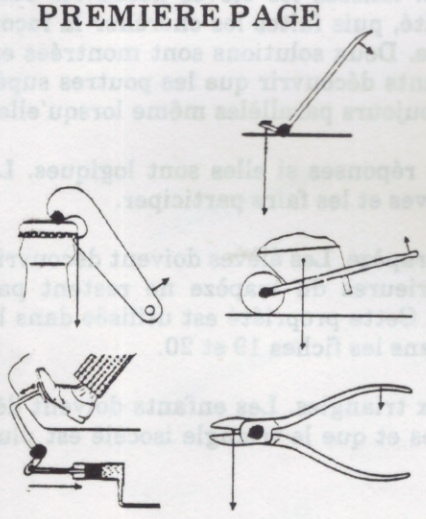
Le principe du levier est que les moments des 2 côtés (c'est-à-dire le produit de l'effort du bras de levier et le produit du bras de résistance) sont égaux. (Voir photo).

Un petit effort et un long bras de levier peuvent avoir le même effet qu'un grand effort et un court bras de levier.

Il y a deux types principaux de leviers:

- **les leviers à un bras** où à la fois la charge et la force sont du même côté que le pivot. (exemple: la brouette).
- **les leviers à deux bras** où le pivot est placé entre la charge et la force. (exemple: levier pour soulever quelque chose).

PREMIERE PAGE



On montre une partie de levier, des pinces et une brouette. Ces photos peuvent former une base de discussion à propos des différents leviers et leurs applications. Les élèves peuvent trouver d'autres leviers d'usage quotidien: ciseaux, balance, décapsuleur, balançoire ...

Si ces objets sont disponibles dans la classe et que les enfants puissent les manipuler, cela aidera à établir un lien entre l'utilisation réelle et la situation des modèles.

PAGE INTERIEURES

Modèle blanc: levier à 2 bras.

Ce modèle montre le levier dans sa forme la plus simple, comme un outil avec un long bras qui augmente l'effet d'un effort faible.

Expérience:

Laissez les enfants faire varier la position de l'axe pour établir la meilleure position du pivot.

Résultat:

Les élèves découvriront qu'un bras de levier court nécessite une force plus grande, c'est-à-dire qu'il est plus difficile de lever la masse.

Autres idées:

1. Les élèves peuvent essayer d'allonger un bras de levier.
2. La masse rouge pèse environ 54 g. Les enfants peuvent trouver quelle masse soulèvera la charge, pour diverses positions du pivot. Par exemple: avec le pivot au cinquième trou, une masse de 22 g soulèvera une masse de 54 g.

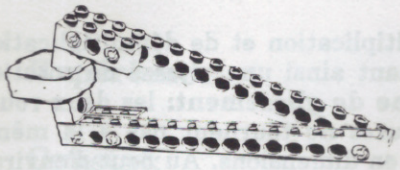
Activité 4: Leviers (suite)

Modèle jaune: tenailles.

Les tenailles consistent en 2 leviers, avec pivot commun. Elles facilitent le retrait des pointes.

Expérience: En déplaçant le pivot, les élèves vont découvrir qu'ils modifient l'effort qui est nécessaire à l'utilisation des tenailles.

N.B.: Si le pivot est déplacé jusqu'à sa position la plus éloignée, il en résulte un type différent de levier, c'est-à-dire un levier à un bras, comme une pince à sucre, à épiler ...



Modèle rouge: brouette.

Ce dernier modèle est un exemple de levier à un bras. Ici, la charge et l'effort sont du même coté.

Expérience: Les enfants peuvent déplacer la masse rouge.

Résultat: Plus la masse est proche de la roue, plus il est facile de la soulever.

Autre possibilité: Construire un modèle avec un bras pivotant qui permet de soulever facilement les masses lourdes.

DERNIERE PAGE Ici, avec une construction légèrement plus grande, le pèse-lettre, on peut faire des recherches plus importantes sur l'utilisation des leviers. Les enfants peuvent, à l'aide de poids, établir un étalonnage.

Activité 5: Transmission par courroie

THEORIE

La transmission par courroie est une des méthodes les plus fréquemment utilisées pour transmettre un mouvement d'un arbre à un autre.

La plupart des machines commandées par un moteur électrique sont munies d'une transmission par courroie. L'avantage que représente la transmission par courroie réside dans le fait que la courroie glisse si un des arbres s'arrête. Elle fonctionne comme une sorte d'accouplement de sécurité.

On utilise souvent un rapport de multiplication et de démultiplication par l'intermédiaire de courroies donnant ainsi une vitesse de rotation différente à chaque arbre. **Phénomène de glissement:** les deux roues du premier modèle des pages intérieures ne tournent pas à la même vitesse bien qu'elles soient identiques en dimensions. Au bout d'environ 12 tours, la roue menante aura tourné une fois de plus que la roue menée. Ce phénomène est appelé le glissement. Avec une transmission ordinaire par courroie, cette variation est de 1 à 2 % environ. C'est pour cette raison que la transmission par courroie n'est pas utilisée lorsqu'un mécanisme exige une vitesse de rotation constante entre 2 arbres (ou axes).

Il existe deux types de transmission par courroie:

- **Transmission par courroie simple ou ouverte:** même sens de rotation pour l'arbre menant et l'arbre mené.

- **Transmission par courroie croisée:** les deux arbres ont des sens de rotation opposés. La courroie est en contact avec une plus grande surface de la roue réduisant ainsi le glissement.

PREMIERE PAGE

La photo 1 montre une transmission par courroie utilisée sur une machine agricole.

Question: Pourquoi a-t-on utilisé plusieurs courroies alignées?

Réponse: L'effort est réparti entre plusieurs courroies; par conséquent, les risques de rupture et d'usure en sont diminués. D'autres part, la rupture d'une courroie n'implique pas nécessairement l'arrêt du travail.

La photo 2 montre une machine à usiner le bois, qui utilise moteur électrique et courroies.

Question: Autrefois, avec quelle énergie, autre que celle d'un moteur électrique, cette machine pouvait-elle fonctionner?

Réponse: Autrefois, cette machine a peut-être été entrainée par un moulin à eau. Avec l'arrivée de l'électricité, son accouplement avec un moteur électrique lui a donné une plus grande souplesse d'utilisation.

La photo 3 présente une machine à coudre actionnée par une courroie.

Question: Est-il possible de changer la vitesse de la machine à coudre en changeant la position de la courroie?

Réponse: Oui, si on plaçait la courroie à l'extérieur de la grande roue, la vitesse de rotation diminuerait.

PAGE INTERIEURES

Modèle blanc: transmission par courroie simple utilisant 2 roues de taille identique.

Expérience: Laissez les enfants tourner la manivelle.

Activité 5: Transmission par courroie (suite)

Résultat: Les 2 roues tournent dans le même sens. La roue réceptrice tourne à une vitesse légèrement inférieure à la roue motrice (glissement). Faites calculer aux élèves l'importance du glissement en comptant les rotations accomplies par chaque poulie.

Expérience: Comment peut-on faire tourner les roues dans des directions opposées?

Constat: Si les courroies sont croisées, les roues tourneront dans des directions opposées.

Expérience: Comment la roue asservie peut-elle tourner plus lentement que la roue motrice?

Constat: En remplaçant la roue motrice par une roue plus petite. Lorsque la roue motrice est plus petite que la roue asservie, on obtient une réduction de la vitesse.

Expérience: Comment peut-on obtenir que la roue asservie tourne plus vite que la roue motrice?

Résultat: En remplaçant la roue motrice par une roue plus grande. Lorsque la roue motrice est plus grande que la roue réceptrice, la roue réceptrice tourne à une vitesse plus élevée, d'où une multiplication.

Autre possibilité: En utilisant une courroie, construire un modèle dans lequel le mouvement d'un arbre est transmis à un autre.

DERNIERE PAGE Celle-ci montre 2 modèles intéressants qui sont fabriqués à partir de la même base. Les 2 modèles ont des bagues sur les roues qui rendent plus facile l'étude de la vitesse de rotation et, dans les 2 modèles, la roue motrice actionne 2 roues plus petites et de taille identique.

Modèle supérieur
On n'utilise qu'une courroie dans ce modèle et on peut voir que la première roue asservie tourne plus vite que l'autre. Il y a un grand effet de glissement.

La courroie peut être passée autour d'une petite roue supplémentaire. Cette roue tournant dans le sens opposé permettra de maintenir la courroie tendue et donnera une plus grande surface de contact.

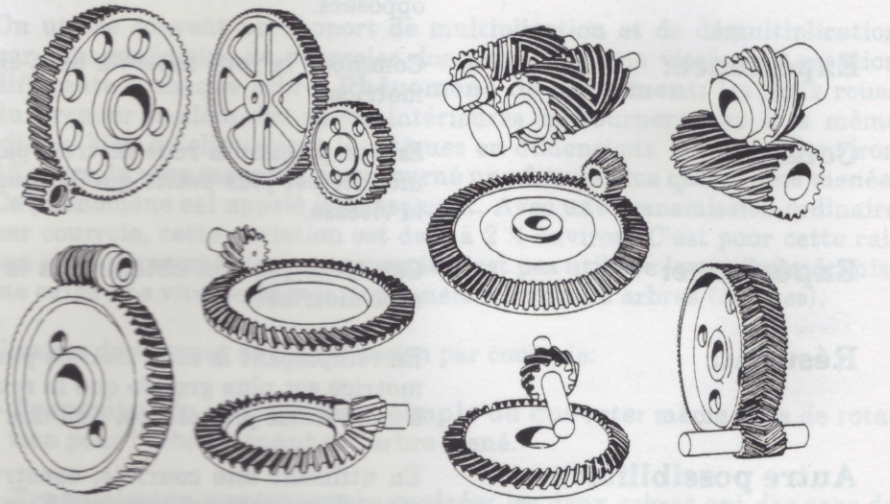
Modèle inférieur
On utilise 2 courroies dans ce modèle. L'une des courroies est passée autour de la grande roue motrice et l'autre est passée autour d'une petite roue placée sur le même arbre que la grande roue motrice. De cette façon, on constate que l'on peut obtenir différentes vitesses de rotation avec le même mouvement initial.

Activité 6: Transmission par pignon

THEORIE

Le pignon est utilisé lorsqu'il faut une grande multiplication ou démultiplication dans un espace limité, lorsqu'une grande force de rotation doit être retransmise ou lorsque deux arbres ou plus doivent tourner avec un rapport de transmission très précis. Le phénomène du glissement ne permet pas d'utiliser la transmission par courroie pour les cas cités ci-dessus.

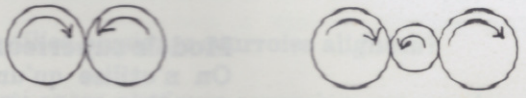
On peut avoir une grande variation dans la taille le nombre et l'aspect des pignons.



Les pignons font deux choses:

1. Changement de sens de rotation

Lorsque deux pignons sont engagés, ils tournent dans des directions opposées. Le schéma de la rotation opposée peut être démontré très facilement.

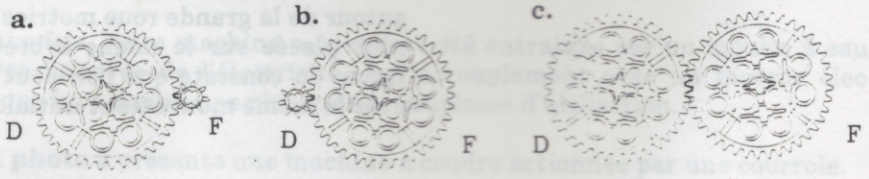


2. Changement de vitesse de rotation

a. transmission simple (fiche 6)

b. transmission complexe (fiche 12)

La fiche 6 traite de transmissions simples. Lorsque 2 pignons sont engagés, l'un est le pignon moteur et l'autre est le pignon asservi ou récepteur.



Les premières idées découlent de cela:

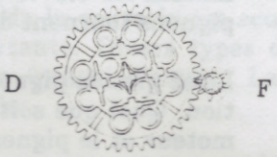
a. Si un GRAND PIGNON est le MOTEUR D'UN PETIT, on aura une MULTIPLICATION (ou expansion).

b. Si un PETIT PIGNON est le MOTEUR D'UN GRAND, on aura une DÉMULTIPLICATION (ou réduction).

c. 2 pignons de même taille tournent à la même vitesse. Cette relation peut être exprimée en nombre. La relation entre le temps de chaque pignon et le nombre de tours que fait chaque pignon peut être démontrée très facilement.

Activité 6: Transmission par pignon (suite)

Par exemple:



D = moteur

F = asservi

Le rapport de transmission peut être exprimé comme étant de 1 à 5. Cela veut dire qu'un tour de pignon moteur donne 5 tours de pignon récepteur. C'est une multiplication.

Si on inverse les pignons:

le rapport de transmission est écrit de 5 à 1. Cela veut dire que 5 tours du pignon moteur donnent 1 tour du pignon récepteur. C'est une réduction (ou démultiplication).

$$\frac{F}{D} = \frac{\text{asservi}}{\text{moteur}} = \frac{40}{8} = \frac{5}{1}$$

PREMIERE PAGE

La photo en haut à gauche montre 2 pignons de même taille, d'un même moteur.

Question: Les 2 pignons tourneront-ils dans la même direction?

Réponse: Non. Ils tourneront dans des directions opposées.

Question: Comment peut-on faire tourner les deux pignons dans la même direction?

Réponse: En plaçant entre eux un troisième pignon.

Les photos 2 et 3 montrent un treuil utilisé pour le halage des bateaux dans les ports.

Question: Une manivelle doit être fixée au treuil quand on veut l'utiliser. Est-ce que cette manivelle doit être placée sur le petit ou le grand pignon?

Réponse: Sur le petit pignon. Ce qui permettra de réaliser une réduction. Bien qu'il soit nécessaire de tourner la manivelle un grand nombre de fois, il sera possible à une seule personne de tirer un bateau très lourd, de 2 à 5 tonnes.

PAGE INTERIEURES

Modèle blanc = 2 pignons de 40 dents (5 étapes de construction).

Expérience: A faire après avoir construit le modèle. Laissez les élèves tourner la manivelle. Ils doivent observer si les 2 pignons tournent dans la même direction et à la même vitesse.

Constat: Les 2 pignons tournent à la même vitesse mais en sens contraire.

Modèle jaune = 2 pignons de 40 dents/ 1 pignon de 8 dents.

Le modèle jaune équivaut au modèle blanc mais il a en plus un pignon de 8 dents placé entre les deux grands pignons.

Activité 6: Transmission par pignon (suite)

Expérience: A faire après avoir construit le modèle.
Laissez les élèves tourner la manivelle. Ils doivent observer si les deux pignons tournent dans la même direction et à la même vitesse.

Constat: Les 2 grands pignons tournent à la même vitesse et dans la même direction. Quel que soit le nombre de dents du pignon placé entre le pignon moteur et le pignon récepteur, ces deux pignons tourneront dans la même direction et garderont la même vitesse de rotation. Le pignon intermédiaire est appelé pignon fou ou baladeur. Il est appelé ainsi parce qu'il ne modifie pas le rapport de transmission des autres pignons.

Autre possibilité: On pourrait aboutir à la construction du modèle jaune (petit pignon entre les 2 grands), en demandant aux élèves de résoudre le problème suivant basé sur le modèle blanc: «Comment pourrait-on faire tourner les 2 pignons dans la même direction et à la même vitesse?»

DERNIERE PAGE Elle montre 2 modèles intéressants.

Modèle du haut: les élèves constatent que les 3 petits pignons de 8 dents tournent dans la même direction et à la même vitesse et que le pignon de 24 dents, à gauche du modèle, tourne dans la même direction et à la même vitesse que le pignon moteur de 24 dents.

Les élèves pourront éventuellement établir un tableau basé sur leurs observations et hypothèses:

Roue dentée	24d	8d	40d	8d	24d	8d
Sens	↷	↶	↷	↶	↷	↶
Nombre de tours effectués	1	3	3/5	3	1	3
	2	6	1 1/5	6	2	6
	3	9	1 4/5	9	3	9
	4	12	2 2/5	12	4	12
	5	15	3	15	5	15

Cet exemple peut entraîner une discussion sur les équations, l'algèbre et les principes de la calculatrice mécanique.

Le modèle inférieur peut aussi être exploité au moyen d'un tableau:

Roue dentée	40d	8d	24d	8d	24d
Sens	↶	↷	↶	↷	↶
Nombre de tours effectués	1/5	1	1/3	1	1/3
	2/5	2	2/3	2	2/3
	3/5	3	1	3	1

Activité 7: Transmission angulaire par pignons

THEORIE

Pour la transmission angulaire indispensable dans certains mécanismes, l'utilisation de la courroie est souvent compliquée et cela entraîne une usure importante. Divers types de pignons sont bien adaptés à cette transmission (renvoi d'angle). La couronne et le pignon conique sont deux exemples.

PREMIERE PAGE

La photo 1 montre une perceuse démodée. Une vue plus détaillée de cette perceuse est montrée dans la photo 2.

On peut voir que les pignons utilisés permettent l'augmentation de la vitesse de la perceuse et le mouvement de l'axe fait tourner un autre axe perpendiculairement, par l'intermédiaire de pignons coniques (renvoi d'angle).

Question:

Pourquoi le mandrin n'a-t-il pas été monté directement sur l'arbre horizontal?

Réponse:

La perceuse inclinée vers le bas permet de placer rationellement la pièce à percer, permettant ainsi à l'opérateur d'abaisser la manivelle et d'avoir une position correcte de travail. Il fallait donc mettre le mandrin perpendiculaire. Pour cela, on a utilisé une transmission conique.

La photo 3 montre une perceuse à main, petite et très populaire. Le pignon moteur est une couronne, il transmet le mouvement au mandrin, par l'intermédiaire d'un pignon conique. Comme la couronne a plus de dents que le pignon conique, on obtient une multiplication du mouvement.

La photo 4 montre un détail de la couronne conique faisant partie d'un mécanisme de machine.

PAGE INTERIEURES

Transmission angulaire utilisant deux pignons coniques identiques (modèle blanc – 4 étapes de construction).

Expérience:

A faire après avoir construit le modèle. Laissez les élèves tourner la manivelle et observez.

Résultat:

Les élèves découvrent qu'il est possible de transmettre un mouvement circulaire par l'intermédiaire d'un angle. Faites-leur compter le nombre de tours que fait chaque pignon. Rappeler les idées acquises à la fiche 6 (transmission simple).

Transmission angulaire utilisant une couronne et un pignon (modèle jaune – même base que le modèle blanc).

Expérience:

A faire après avoir construit le modèle. Laissez les élèves tourner la manivelle.

Résultat:

Les élèves découvrent qu'il est possible de transmettre un mouvement angulaire par l'intermédiaire d'un angle. Comme la couronne a plus de dents que le pignon, on peut observer une multiplication. 1/3 de tour de pignon moteur donne 3 tours de pignon récepteur.

Méthode alternative:

Demandez aux élèves, en leur montrant deux crayons formant un angle entre eux, comment ils pourraient être reliés l'un à l'autre en conservant la même vitesse de rotation (comme s'il s'agissait de deux arbres de transmission). Faire le montage.

DERNIERE PAGE

Elle montre un modèle de perceuse ou batteur. La manivelle peut être déplacée pour donner plusieurs rapports de vitesse.

Ce modèle est très intéressant (comme tous les modèles des dernières pages) mais assez difficile à construire.

Activité 7: Transmission angulaire par pignons (suite)

Le rapport de transmission dans ce modèle est un mélange de transmission simple et composée.

Avec la manivelle sur l'axe supérieur, un tour donnera 9 tours de la sortie; c'est-à-dire:

(1:3) × (1:3) = (1:9) – Rapport composé (voir fiche 12).

Sur l'axe inférieur, le rapport est de 1/3. Une couronne de 24 dents actionne un pignon de 8 dents. Un tour de manivelle donne 3 tours de la sortie, c'est-à-dire un rapport simple:

$$\frac{24}{8} = 3 \text{ tours.}$$

Activité 8: Transmission de mouvement

THEORIE

3 formes de mouvements de base: rotation, mouvement de pendule, mouvement linéaire.

Souvent, l'énergie est présente dans l'une des 3 formes mais doit être utilisée dans l'une des autres formes. Il est donc intéressant d'apprendre comment le mouvement peut être transformé d'une forme à une autre.

PREMIERE PAGE

La photo 1 montre le pare-brise d'une automobile avec des essuie-glaces.

La photo 2 provient également d'une voiture. Ici, le capot est levé, montrant comment une tige est utilisée pour transmettre l'énergie du moteur des essuie-glaces aux balais des essuie-glaces (transformation d'un mouvement rotatif en un mouvement pendulaire).

Question: Quelle est la forme du mouvement communiqué aux balais d'essuie-glaces?

Réponse: Mouvement pendulaire.

La photo 3 montre un système d'ouverture d'une fenêtre. Comme la fenêtre est suspendue par le haut, il faut lui communiquer un mouvement de balancier vers l'extérieur. Ceci peut être accompli depuis une certaine distance, au moyen d'une poussée (transmission d'un mouvement linéaire en un mouvement pendulaire).

Question: Quelle est la forme du mouvement du système d'ouverture de la fenêtre?

Réponse: Mouvement linéaire.

La photo 4 montre un lavabo moderne. En soulevant ou en abaissant le petit levier, on peut ouvrir ou fermer la bonde. C'est un autre exemple de la transformation d'un mouvement linéaire en un mouvement pendulaire.

Question: Le lavabo contient-il des exemples d'autres formes de mouvement?

Réponse: Oui. Les robinets représentent l'exemple d'un mouvement rotatif.

PAGE INTERIEURES

Essuie-glaces (modèle blanc)

Expérience: A faire après avoir construit le modèle.
Laissez les élèves tourner la manivelle.

Résultat: L'essuie-glace a un mouvement pendulaire, de va-et-vient. Les élèves découvrent qu'un mouvement de rotation a été transformé en un mouvement de pendule.

Expérience: Faites déplacer par les élèves le pivot, en donnant à la lame d'essuie-glace une amplitude plus ou moins grande. Peut-on obtenir le même résultat d'une autre façon?

Résultat: On peut modifier la disposition de la bielle sur la grande roue dentée, ou bien sa disposition sur l'essuie-glace.

Amortisseur (modèle jaune)

Expérience: Poussez et retirez l'arbre noir.

Résultat: Il est possible de transformer un mouvement linéaire en un mouvement de pendule.

Activité 8: Transmission de mouvement (suite)

Interrupteur (modèle rouge) – Type: poussé/tiré

Expérience: Poussez la tige noire dans l'appareil d'un côté.

Résultat: Les élèves verront qu'une tige noire est poussée hors de l'appareil, de l'autre côté. Autrement dit, un mouvement linéaire a été transformé en un autre mouvement linéaire, par l'intermédiaire d'un mouvement de pendule.

Remarques pratiques: Les modèles de cette fiche sont adaptés à l'utilisation de la méthode de la boîte noire. Le professeur construit lui-même le modèle et montre l'entrée et la sortie du modèle aux élèves, en laissant caché le reste du modèle, par exemple en utilisant un morceau de papier. On demande ensuite aux élèves comment les deux types de mouvement sont reliés.

DERNIERE PAGE Elle montre un signal de chemin de fer dans lequel un mouvement de pendule est transformé en un mouvement de pendule.

Activité 9: Volant – énergie cinétique
Transformation d'un mouvement pendulaire en un mouvement rotatif

THEORIE

Par énergie, on comprend la capacité de travail. On appelle énergie cinétique le travail mécanique susceptible d'être produit par un corps du fait de son mouvement.

Un corps en rotation (un volant, par exemple) possède une énergie cinétique. Sa capacité de travail mécanique peut être exprimée par le travail nécessaire pour mettre ce corps en mouvement ou par le travail que ce corps peut accomplir avant son arrêt.

Le volant est utilisé dans de nombreuses machines ou moteurs à pistons. Il assure un mouvement continu et uniforme et permet à la machine de passer le point mort sans à coups.

PREMIERE PAGE

La photo 1 montre le volant d'une très grosse machine.

Question: Pourquoi a-t-on muni la machine d'un volant?

Réponse: Pour assurer un mouvement continu et uniforme.

La photo 2 montre un vieux rouet.

Question: Pourquoi ne pas tourner la roue avec la main, en utilisant une manivelle?

Réponse: Les mains étaient nécessaires pour maintenir le fil.

La photo 3 montre une machine à coudre qui fonctionne au moyen d'un mouvement pendulaire.

Question: Ne pouvait-on pas utiliser ici la main ou une manivelle?

Réponse: Oui, il existe des machines à coudre qui fonctionnent manuellement, mais il est plus pratique de pouvoir se servir de ses deux mains pour mener l'ouvrage. Par contre, on aurait pu utiliser des pédales (la grande roue peut être assimilée à la roue arrière d'une bicyclette).

PAGES INTERIEURES

Volant (modèle blanc – 6 étapes de construction)

Expérience: A faire après la construction du modèle. Que se passe-t-il si on enlève les briques bleues sur le volant?

Résultat: Il devient plus difficile à la roue de passer le point mort.

Remarques pratiques: Il est important de positionner le palier correctement et de s'assurer que l'arbre du grand pignon ne dépasse pas trop du côté pendule.

Méthode alternative: Demandez aux élèves de construire un modèle dans lequel un mouvement pendulaire est transformé en mouvement rotatif.

DERNIERE PAGE

Elle montre une pompe à pétrole, comme celles que l'on trouve quelquefois dans nos campagnes.

Ici, les deux bras pivotants, en forme de T, aident la pompe dans son mouvement ascensionnel. L'énergie cinétique est utilisée au bon moment et un mouvement rotatif est transformé en un mouvement pendulaire.

Activité 10: Véhicule – Système de direction simple

THEORIE

La roue comporte une résistance de frottement très inférieure à celle du glissement. Sa découverte est généralement considérée comme le premier pas dans le développement de la technologie moderne.

PREMIERE PAGE

La photo 1 montre une charrette à deux roues, du type de celles utilisées généralement dans les gares. Son emploi ne nécessite pas un système de direction.

Question: Pourquoi les roues sont-elles placées sous le milieu de la charrette?

Réponse: Cele permet de mieux équilibrer les charges lourdes (levier à deux bras) et de les soulever plus facilement.

Les photos 2 et 3 montrent un chariot à main, muni d'une direction simple, où les roues se déplacent autour d'un même axe.

Question: Que peut-il se passer si on tourne à angle droit brusquement?

Réponse: Cela risque de provoquer le renversement du chariot car les roues se déplacent lorsqu'elles tournent. Ce type de direction ne peut donc être utilisé que sur des véhicules lents.

PAGES INTERIEURES

Charrette à deux roues (modèle blanc).
Charrette à quatre roues avec système de direction simple (modèle jaune).

Expérience: Certains élèves peuvent construire ces modèles avec un essieu arrière commun aux deux roues, d'autres avec des essieux indépendants. Faire évoluer chaque réalisation sur des feuilles de papier placées côte-à-côte.

Résultat: En virage, la charrette avec essieu arrière commun provoque un plus grand déplacement de la feuille de papier.

DERNIERE PAGE

Elle montre deux véhicules amusants dans lesquels on utilise un système de direction simple.

Activité 11: Pistes de glissement et de roulement

THEORIE

Pour de faibles distances de transport ou pour des opérations d'assemblage, on utilise très souvent les pistes de glissement ou de roulement. Ces mêmes principes peuvent être utilisés comme moyens de transport entre les divers ateliers d'une usine.

Comparées aux pistes de glissement, les pistes à rouleaux ont l'avantage de comporter une résistance de frottement réduite. Elles sont cependant d'un prix de revient plus élevé.

PREMIERE PAGE

La photo 1 montre un piste de toboggan.

Question: Pourquoi n'a-t-on pas utilisé des rouleaux sur cette piste?

Réponse: Les enfants glisseraient beaucoup trop rapidement et risqueraient des accidents (doigts dans les rouleaux). D'autre part, le prix de revient d'une telle piste serait trop élevé.

Autres exemples: Transport des sacs postaux, sortie de secours dans les avions.

La photo 2 montre un convoyeur à rouleaux, pour boîtes, caisses ...

Question: Pourquoi ne pas transporter ces boîtes à la main?

Réponse: Il est plus facile et plus rapide de les faire rouler.

La photo 3 montre un convoyeur à rouleaux, avec changement de direction.

Question: Que se passe-t-il lorsque les articles transportés atteignent le virage?

Réponse: Ils changent de direction car les rouleaux ont étés disposés en éventail.

Autres exemples: Patins à roulettes, rouleaux compresseurs, tables roulantes, téléphoniques ...

PAGES INTERIEURES

Pistes à rouleaux, pistes de glissement (modèle blanc, 6 étapes de montage).

Expérience: A faire après la construction du modèle.
Qu'arrive-t-il si on soulève la piste jusqu'à ce qu'elle soit horizontale?

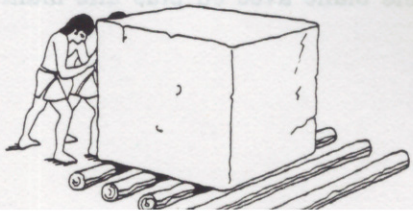
Résultat: Les élèves découvrent que pour faire bouger la charge à transporter, il est nécessaire d'avoir une force motrice. Ce sera la force de gravité par inclinaison de la piste, ou une force manuelle ou la force d'un moteur.

Méthode alternative: Demandez aux élèves de transporter une charge d'un point à un autre sans qu'ils ne la soulèvent ni ne la transportent eux-mêmes.

Remarque pratique: Le modèle de la page intérieure peut être utilisé pour illustrer la différence entre le glissement et le roulement.
Glissement: l'élément de poids rouge est placé transversalement sur les deux poutres bleues.
Roulement: l'élément rouge est placé en long entre les deux poutres bleues.

DERNIERE PAGE

Elle montre un autre type d'utilisation de la roue: le téléphérique.
Les élèves peuvent construire des téléphériques d'une table à une autre.



Activité 12: Transmission par pignons (Surmultiplication – démultiplication)

THEORIE

Avant d'aborder cette fiche d'activité, il est conseillé d'avoir étudié préalablement la fiche 6 (transmission par pignons). Dans beaucoup de machines, il est nécessaire de changer la vitesse de rotation d'un arbre. Ceci peut être accompli par l'utilisation de pignons. La boîte de vitesse de la voiture nous en fournit un exemple très connu.

PREMIERE PAGE

Les photos 1 et 2 (vue rapprochée) montrent les pignons d'un réveil. Ici, il est nécessaire d'avoir 3 arbres différents, avec des vitesses de rotation différentes pour les heures (un tour en 12 heures), les minutes (un tour en 1 heure) et les secondes (un tour en une minute). Ces rapports de transmission doivent être très précis.

Question: Quelle est la vitesse de rotation de l'aiguille des minutes, comparée à celles des heures?

Réponse: L'aiguille des minutes tourne 12 fois chaque fois que l'aiguille des heures tourne une fois.

Question: Quelle est la vitesse de rotation de l'aiguille des secondes, comparée à celle des heures?

Réponse: L'aiguille des secondes tourne 720 fois (12 × 60) chaque fois que l'aiguille des heures tourne une fois.

Les photos 3 (vue rapprochée) et 4 montrent la boîte de vitesse d'une voiture.

La boîte de vitesse permet de transformer la vitesse de rotation du moteur en une vitesse de rotation différente pour les roues. Dans les rapports inférieurs, le moteur a une vitesse de rotation beaucoup plus élevée que celle des roues. Ainsi, s'obtient une force de traction plus grande par rapport à la charge.

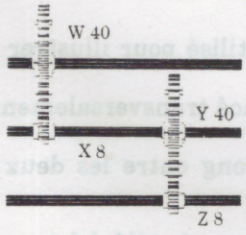
Question: Utilise-t-on la transmission de mouvement par multiplication dans une bicyclette?

Réponse: Oui, le pignon moteur (pédalier) est plus grand que le pignon récepteur. Les roues tournent plus vite que les pédales.

PAGES INTERIEURES Multiplication de 1 à 25 (modèle blanc)

Expérience: Les élèves tournent la manivelle.

Résultat: Ils constatent que chaque fois que l'arbre moteur fait un tour, le premier arbre mené tourne 5 fois et que le dernier arbre mené effectue 25 tours pour un tour du premier arbre mené.



	arbre menant	arbre mené 1	arbre mené 2
Pignon (nbre de dents)	(1 : 40	5) × (1 : 8 et 40	5) = (1:25) 8
Nbre de tours	1 2	5 10	25 50

Modèle jaune: identique au modèle blanc avec en plus une manivelle au dernier arbre mené.

Activité 12: Transmission par pignons (Surmultiplication – démultiplication) (suite)

Expérience: Les élèves tournent cette manivelle.

Résultat: Ils constatent qu'il est nécessaire d'effectuer 25 tours pour que l'arbre de l'autre extrémité effectue un tour. Par conséquent, il y a un rapport de démultiplication de 25 à 1.

Modèle rouge: presque identique au modèle blanc mais avec un pignon de 24 dents en remplacement du pignon de 40 dents de l'arbre central.

Expérience: Les élèves tournent la manivelle.

Résultat: Ils constatent un rapport différent.

	arbre menant	arbre mené 1	arbre mené 2
Pignon (nbre de dents)	(1 : 40	5) × (1 : 8 et 24	3) = (1:15) 8
Nbre de tours	1 2	5 10	15 30

Remarque pratique: Il est important de s'assurer que les arbres ne soient pas trop serrés afin qu'ils puissent tourner aisément.

DERNIERE PAGE Elle montre un modèle avec un rapport de surmultiplication de 1 à 75, soit:

	arbre menant	arbre mené 1	arbre mené 2	arbre mené 3
nbre de dents	40	8 + 40	8 + 24	8
rapport	(1 :	5) (1 :	5) (1 :	3) = (1:75)
nbre de tours	1	5	25	75

Cette multiplication est si importante que l'arbre 3 a très peu d'énergie et il est très facile de l'arrêter en le tenant. Cependant, si on inverse le système, c'est-à-dire si l'entrée devient la sortie et vice-versa, on obtient une démultiplication telle que la sortie offrira une puissance importante et il sera très difficile aux enfants d'arrêter le mouvement de cet arbre. Le rapport de transmission sera alors de 75 à 1.

Activité 13: Transmission de mouvement
a) Mouvement rotatif transformé en mouvement linéaire
b) Mouvement linéaire transformé en mouvement rotatif

On peut dire également:
a) Mouvement de rotation transformé en mouvement de translation
b) Mouvement de translation transformé en mouvement de rotation.

THEORIE

Avant d'aborder cette fiche, il est conseillé d'avoir étudié les fiches:
. 6 = transmission par pignons
. 8 = transmission de mouvements
. 12 = transmission par pignons (démultiplication – surmultiplication)

La crémaillère permet la transformation d'un mouvement rotatif en un mouvement linéaire et inversement. Exemple: cric, chemin de fer à crémaillère, système de direction automobile ... (voir fiche 19 et 20).

La bielle permet la transformation d'un mouvement linéaire alternatif en un mouvement rotatif et inversement. La bielle doit être disposée en position excentrée. On la rencontre notamment sur nos anciennes locomotives à vapeur.

PREMIERE PAGE

La photo 1 illustre le mécanisme d'ouverture et de fermeture d'une vanne d'écluse.

Question: Nommer d'autres exemples d'utilisation de crémaillères.

Réponse: Camion avec benne à crémaillère, plate-forme à crémaillère, cric, direction à crémaillère dans une voiture.

Caractéristiques: La crémaillère assure une transmission de force précise, robuste et fiable.

La photo 2 montre une machine à coudre, ancien modèle.
La photo 3 montre les roues et bielles d'une locomotive à vapeur.

Question: Combien de rotations effectue la roue à chaque mouvement de va-et-vient?

Réponse: La roue tourne une fois.

Pourquoi? Le rapport de transmission est de 1 à 1.

PAGES INTERIEURES

Construction d'un système à crémaillère (modèle blanc – 3 étapes de montage).

Expérience: Après la construction du modèle.
Faites constater aux élèves que l'on peut augmenter (multiplier) ou diminuer (démultiplier) la vitesse de mouvement de la crémaillère en utilisant des pignons plus ou moins grands.

Construction de la partie «aiguille» d'une machine à coudre (modèle jaune – 6 étapes de montage).

Expérience: Après la construction du modèle.
Demandez aux élèves de changer la position de la douille sur le grand pignon.

Résultat: Cette modification apporte un changement dans l'amplitude des mouvements.

Méthode alternative: Demandez aux élèves de transformer un mouvement de rotation en un mouvement de translation (ou inversement).

Activité 13: Transmission de mouvement (suite)

Remarque pratique: Lors de la construction du modèle jaune, il est important de s'assurer que le grand arbre noir traverse bien librement les deux douilles grises qui le supportent.

DERNIERE PAGE Elle montre un moteur à piston.

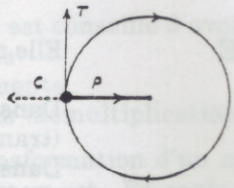
Dans ce modèle, l'énergie est transmise au moteur grâce à une manivelle (transformation d'un mouvement rotatif en un mouvement linéaire). Dans un véritable moteur muni de bougies ..., la transmission de l'énergie s'effectue en sens inverse. c'est-à-dire transformation d'un mouvement linéaire en un mouvement rotatif.

Autre possibilité: Comment peut-on faire tourner le piston plus lentement, dans ce modèle?
En inversant les positions du pignon 8 et 40 dents.

Activité 14: Force centrifuge

THEORIE

La force centrifuge se manifeste lorsqu'un corps est transporté selon une trajectoire courbe. Cette force dépend du rayon de la trajectoire, de la vitesse et de la masse du corps.



La force centrifuge se rencontre dans de nombreuses situations où des corps doivent être éloignés du centre. Par exemple, les pompes centrifuges, l'essoreuse, la scie circulaire qui rejette la sciure suivant la tangente de la trajectoire ...

PREMIERE PAGE

Cette activité a pour but de familiariser les élèves avec des mécanismes rotatifs élémentaires.

La photo 1 montre un manège de foire.

Question: Que se passe-t-il lorsque le manège tourne?

Réponse: Les sièges sont projetés vers l'extérieur dans une trajectoire circulaire dont le rayon est plus grand.

Pourquoi? C'est la force centrifuge qui provoque cette action.

Les photos 2 et 3 montrent des petits manèges de parcs, pour des enfants en position debout ou assise.

Question: Que se passe-t-il lorsque les enfants mettent en mouvement le manège?

Réponse: Les enfants sont projetés vers l'extérieur et doivent se tenir plus fermement. Ils éprouvent également une sensation de chatouillement au creux de l'estomac.

Pourquoi? Parce que la force centrifuge pousse tous les corps vers l'extérieur, c'est-à-dire loin du centre de rotation.

Autres exemples: Régulateur de vitesse sur les machines (notamment machines à vapeur, essoreuses diverses, pompes centrifuges ...).

PAGES INTERIEURES

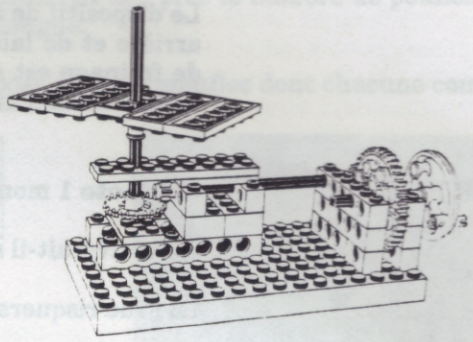
Manège (modèle blanc – 5 étapes de montage).

Expérience: A faire après la construction du modèle.
Cette construction permet l'étude de l'interdépendance entre les trois variables: le rayon de la trajectoire, la vitesse et la masse.

Résultat: Plus vite tourne le manège, plus haut sont propulsés les sièges. Si les élèves chargent les sièges avec des poids différents, ils constateront que le siège le plus lourdement lesté monte moins haut que l'autre. Si les élèves tournent le manège aussi vite que possible jusqu'au déboitage des éléments, ceux-ci s'échapperont suivant la tangente de la trajectoire comme la sciure d'une scie rotative.

Activité 14: Force centrifuge (suite)

Expérience: Remplacer les sièges du manège par une plaque sur laquelle sont placés des éléments libres.



Résultat: A vitesse de rotation constante, on peut voir que la vitesse linéaire d'un point augmente au fur et à mesure que ce point s'éloigne du centre de rotation. Plus grande est sa distance par rapport au centre, plus grande est la trajectoire qu'il fait en un tour.

Méthode alternative: Demander aux élèves de construire un modèle dans lequel un ou plusieurs éléments libres évoluent selon une trajectoire précise, sans être exclus par la force centrifuge (la transmission de force entre deux arbres faisant entre eux un angle droit pourra être évoquée).

Remarque pratique: Pour un fonctionnement correct du modèle, il est important de placer les pignons avec précision.

DERNIERE PAGE Le régulateur de vitesse est d'un emploi courant dans les machines où la vitesse de rotation ne doit pas dépasser une certaine limite. Ainsi, le régulateur de vitesse fait fonction de frein. Pour la construction du modèle, il faut préciser que le grand axe horizontal sert de support à l'axe vertical par l'intermédiaire de son pignon et de la roue conique.

Activité 15: Treuil de levage (avec système d'engrenage)

THEORIE

Avant de commencer l'étude de cette fiche, il est conseillé d'avoir préalablement étudié les fiches:
. 4: leviers
. 12: transmission par pignons
. 13: transmission de mouvements

Le dispositif de freinage qui empêche les pignons du treuil de tourner en arrière et de laisser tomber la charge a une fonction vitale. Ce système de freinage est appelé «cliquet d'arrêt». Il est également utilisé dans le frein à main d'une voiture.

PREMIERE PAGE

La photo 1 montre une grue dans un port.

Question: Qu'arriverait-il si la grue n'avait pas un poids à l'arrière du bras?

Réponse: La grue risquerait de basculer.

Pourquoi? Il doit y avoir un contrepoids pour équilibrer les forces suivant le principe du levier (fiche 4).

La photo 2 montre une dépanneuse et la photo 3 , une vue rapprochée de son dispositif de levage.

Question: Quels sont les principes fondamentaux du dispositif de levage?

Réponse: Transmission par pignons avec démultiplication, poulies et palans.

Pourquoi? Parce que ces pignons réduisent l'effort nécessaire pour soulever une charge.

PAGE INTERIEURES

Grue (modèle blanc – 6 étapes de montage).

Expérience: A faire après avoir construit le modèle.
Que se passe-t-il si on permute les deux pignons?

Réponse: Les élèves constatent une multiplication qui rend l'effort de levage beaucoup plus important et en déduisent qu'une démultiplication facilite cet effort. En effet, plus le nombre de rotations nécessaires au déplacement de la charge est important, plus petite sera la force nécessaire pour effectuer ce travail.

Expérience: La conversion de l'énergie dans le sens inverse peut aussi être illustrée avec le modèle.

Laissez pendre le poids dans le vide et enlevez le cliquet d'arrêt. La charge provoquera la rotation des pignons, comme cela se produit dans une horloge à poids. (Toutefois, nous n'avons pas ici le mécanisme régulateur qui assure à l'horloge son mouvement régulier et précis).

Méthode alternative: Demandez aux élèves de construire une machine capable de déplacer une charge entre le quai et la cale d'un navire.

Remarque pratique: Pour le bon fonctionnement du modèle, il est important de bien placer le cliquet d'arrêt, en relation avec le pignon.

DERNIERE PAGE

Cet autre appareil de levage – table en ciseaux – est quelquefois utilisé pour des échaffaudages dans le cadre de l'entretien de bâtiments.

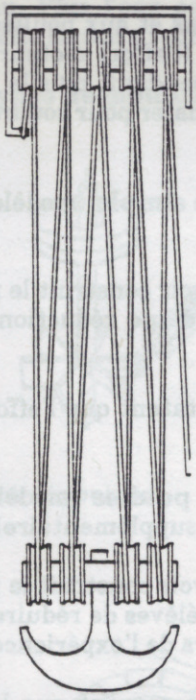
Activité 16: Poulies et palans

THEORIE

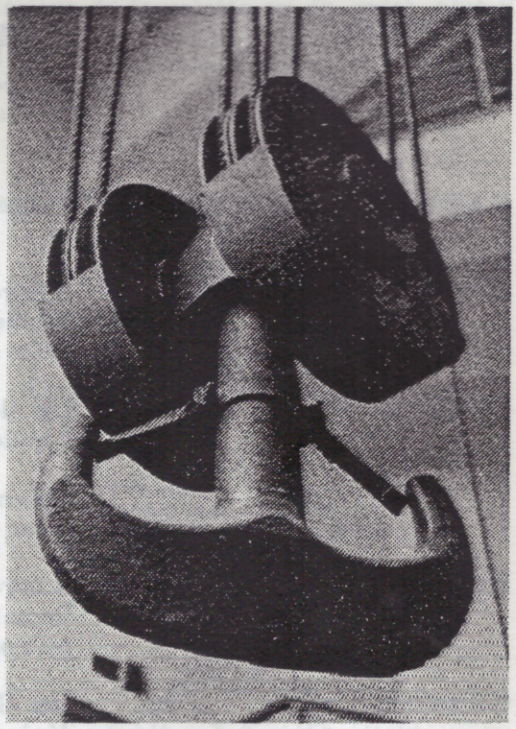
Le palan permet de déplacer une force en lui opposant une force plus petite. Son principe de fonctionnement ressemble beaucoup aux principes des leviers et de la démultiplication.

Le palan permet de gagner en force mais il fait nécessairement perdre en déplacement. Autrement dit, plus le nombre de poulies est élevé, plus la corde à haler est longue.

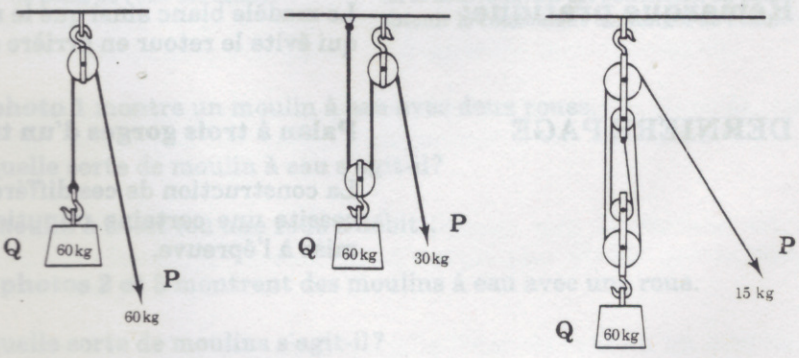
Un palan se compose de deux moufles dont chacune comporte une ou plusieurs poulies.



principe de montage de poulies et palans



Dans le cas où la corde ne s'enroule que sur une seule poulie, on ne gagne pas en force. Cela permet seulement une position de travail plus agréable. Si la corde est passée autour de deux poulies, on gagne en force.



Activité 16: Poulies et palans (suite)

PREMIERE PAGE

La photo 1 montre une grue de bateau munie d'un palan avec poulies.

Question: Quel est dans ce cas la réduction de l'effort à fournir pour soulever la charge?

Réponse: L'effort est réduit de moitié.

Les photos 2 et 3 montrent un palan installé dans un garage.

Question: Expliquer pourquoi une seule personne peut hisser un camion?

Réponse: Grâce aux palans et aux poulies qui réduisent l'effort à fournir pour soulever la charge (l'effort moteur nécessaire pour vaincre l'effort résistant est réduit). Cependant, plus le nombre de poulies sera élevé, plus grande sera la corde à haler pour soulever la charge à une hauteur donnée.

PAGE INTERIEURES

Palan à poulie simple (modèle blanc – 6 étapes de montage)

Expérience: A faire après avoir construit le modèle.
Étudiez l'effet d'une réduction de la charge à soulever en mettant un autre élément.

Constat: Les élèves constatent que l'effort à fournir est proportionnel à la charge à soulever.

Palan à deux poulies (modèle jaune – 7 étapes de montage = modèle blanc + 1 étape supplémentaire).

Expérience: A faire après avoir construit le modèle.
Demandez aux élèves de réduire la charge à soulever dans les mêmes proportions que lors de l'expérience précédente.

Constat: Les élèves s'apercevront que la différence entre l'effort à fournir pour déplacer le poids lourd puis le poids plus léger n'est pas aussi grande que dans le cas précédent. Ceci est dû au fait qu'avec ce montage, on gagne en force et que l'effort à fournir n'est plus égal à la charge à soulever.

Méthode alternative: Demandez aux élèves de résoudre le problème suivant: une charge est à soulever à l'aide d'une corde et de poulies. Qui peut concevoir la machine qui soulèvera cette charge avec un effort minimum?

Remarque pratique: Le modèle blanc ainsi que le modèle jaune sont munis d'un cliquet d'arrêt qui évite le retour en arrière en cas d'arrêt pendant le levage.

DERNIERE PAGE

Palan à trois gorges d'un treuil.

La construction de ces différents modèles, bien que fort intéressante, nécessite une certaine minutie et la patience des élèves sera quelquefois mise à l'épreuve.

Activité 17: Énergie hydraulique (moulin à eau)

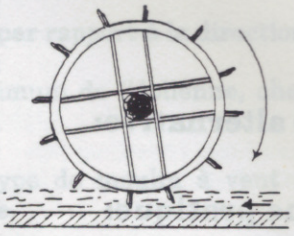
THEORIE

Avant d'aborder cette activité, il est conseillé d'avoir préalablement étudié les activités 4 (leviers), 12 (transmission par pignons) et 15 (force centrifuge).

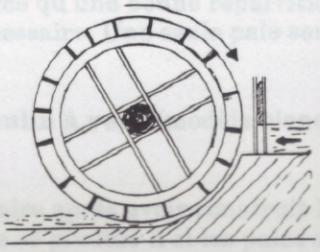
En relation avec l'étude des leviers, nous avons constaté qu'il est d'autant plus facile de déplacer le bras d'un levier au fur et à mesure que l'on s'éloigne du point d'appui. Dans l'étude de la force centrifuge, on a vu que la vitesse de déplacement d'un point est augmentée en même temps que croît son éloignement par rapport au centre de rotation. Ces différentes connaissances sont exploitées dans la construction d'un moulin à eau. Plus l'eau agit à l'extérieur de la palette ou du godet, plus il est facile de faire tourner la roue.

Types de moulins

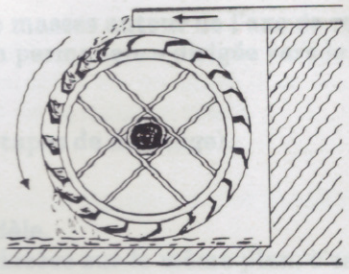
roue à impulsion



roue à débit
(utilisée lorsqu'il n'y a pas de chute de dénivellation)



roue à passage inférieur
(le poids de l'eau est utilisé)



roue à passage supérieur
(si la dénivellation est suffisante, on peut obtenir le rendement maximum de l'eau).

PREMIERE PAGE

La photo 1 montre un moulin à eau avec deux roues.

Question: De quelle sorte de moulin à eau s'agit-il?

Réponse: Un moulin à débit (ou une roue à débit).

Les photos 2 et 3 montrent des moulins à eau avec une roue.

Question: De quelle sorte de moulins s'agit-il?

Réponse: De moulins à eau ou de roues à passage inférieur.

Activité 17: Énergie hydraulique (moulin à eau) (suite)

PAGE INTERIEURES — Modèle blanc – 6 étapes de montage.

Expérience: A faire après avoir construit le modèle.
Demandez aux élèves de poser une brique sur une des palettes, tout d'abord près du centre de rotation (axe central) puis au maximum à l'extrémité de la palette.

Constat: Les élèves constateront que l'effet qui en résulte (palette attirée vers le bas) est plus marqué lorsque la brique se trouve à l'extrémité.

Autre expérience: A l'aide du jet d'un robinet d'eau, faire tourner le moulin. L'élément fixé à la ficelle sera déplacé. Renouveler cette expérience avec différents poids.

Constat: Les élèves découvriront que la force hydraulique est puissante et qu'elle permet de déplacer des charges importantes mais que cela exige une roue de construction solide. En effet, certains s'apercevront que les pales du moulin se disloquent si le poids tracté excède leur résistance.

Méthode alternative: Demandez aux élèves de construire une machine capable de lever ou tirer une charge en utilisant la force hydraulique.

Remarque pratique: Lors des expériences, pour permettre aux pales de résister à une plus grande pression, l'eau devra les frapper du côté des tenons.

DERNIERE PAGE — Un moulin à eau qui actionne un système de marteau.

Activité 18: Énergie éolienne (moulin à vent)

THEORIE

Avant d'aborder cette activité, il est conseillé d'avoir préalablement étudié les fiches 4 (leviers), 12 (transmission par pignons) et 13 (transmission de mouvements).

L'énergie éolienne est similaire à l'énergie hydraulique. Elle constitue un exemple de l'emploi concret des activités antérieures.

On emploie depuis longtemps le moulin à vent comme moteur de différentes machines. L'énergie éolienne trouve son utilisation dans les broyeurs (farine), les turbines (électricité) et les pompes (eau).

PREMIERE PAGE

Les photos 1 et 2 montrent un moulin à vent moderne avec rotor directionnel auto-réglable.

Question: Quel est la fonction du petit rotor?

Réponse: Il permet de positionner les pales par rapport à la direction du vent.

Pourquoi? Pour obtenir un rendement maximum de l'éolienne, chaque fois que le vent change de direction.

La photo 3 montre un autre type de moulin à vent non muni d'un système directionnel auto-réglable.

La photo 4 montre un petit moulin à vent qui actionne une pompe pour remplir d'eau une auge.

Question: Combien de pales sont nécessaires pour faire tourner un moulin à vent?

Réponse: Au moins 2.

Pourquoi? Parce qu'une bonne répartition des masses autour de l'axe de rotation est nécessaire. Une seule pale serait en permanence dirigée vers le bas.

PAGE INTERIEURES

Moulin à vent (modèle blanc – 5 étapes de montage).

Expérience: A faire après avoir construit le modèle.
Que se produit-il si les pales sont placées sur le même plan, c'est-à-dire si elles ne forment pas un angle entre elles?

Constat: Les élèves découvrent en soufflant que le moulin reste stationnaire ou bouge peu. En inclinant les pales, on donnera le sens de rotation.

Autre expérience: Il est possible avec ce modèle, soit de changer le nombre de pales, soit de modifier la surface des pales, l'augmenter avec du carton léger par exemple.

Constat: L'éolienne tourne d'autant plus facilement que la surface est plus grande. La vitesse de rotation est d'autant plus élevée que la masse à entraîner est plus faible.

Méthode alternative: Demander aux élèves de transformer la force du vent en un mouvement de rotation d'un arbre (entrée: vent – sortie: mouvement rotatif (arbre)).

Remarque pratique: Si on souffle sur les ailes latéralement, on obtiendra un meilleur résultat que de face. Il est également possible d'utiliser la sortie d'un aspirateur comme vent.

DERNIERE PAGE

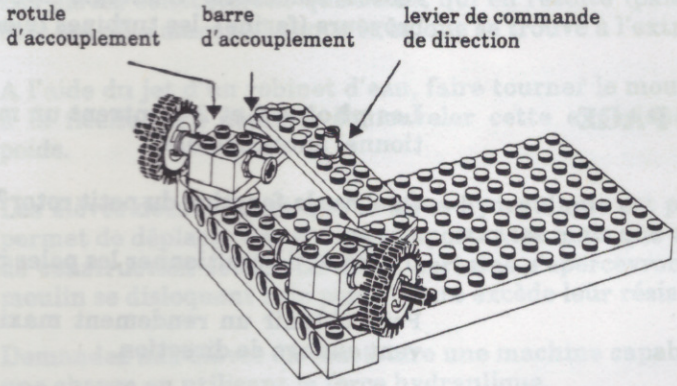
Un moulin à vent qui commande une pompe à eau par exemple.

Activité 19: Systèmes de direction (parallèlogramme ou trapèze)

THEORIE

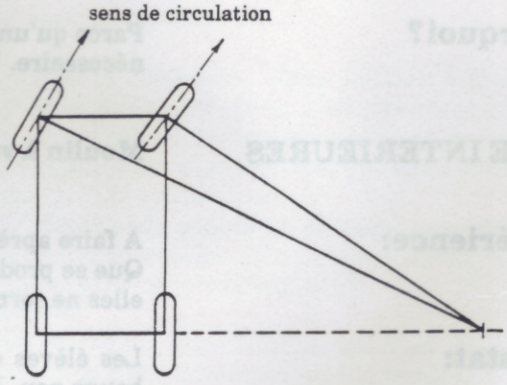
Avant d'aborder cette activité, il est conseillé d'avoir préalablement étudié les fiches 4 (leviers), 13 (transmission de mouvement) et surtout la fiche 3 où l'on examine les formes principales du rectangle et du trapèze qui sont la base du système de direction.

Les roues d'une voiture ne peuvent être directrices que dans le cas où chacune des fusées (support de la roue) est montée sur un pivot ou rotule servant d'articulation aux deux extrémités d'un essieu.

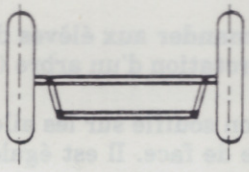


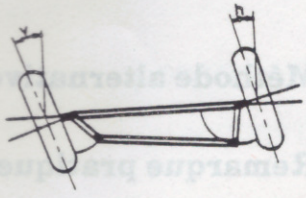
Le braquage simultané des roues est commandé par les leviers de direction que réunit la barre d'accouplement.

Pour qu'un virage soit correctement effectué, les roues directrices ne doivent pas déraper latéralement. Cette condition est réalisée si leurs pivotements sont conjugés de telle sorte que la roue intérieure tourne d'avantage que la roue extérieure. Il en résulte que les angles de pivotement des roues avant sont inégaux.



Les leviers de commande de direction, la barre d'accouplement et l'essieu avant forment un trapèze quand le véhicule se déplace en ligne droite. Cette disposition permet à la roue intérieure de braquer davantage que la roue extérieure dans un virage. Un choix judicieux de la longeur des leviers réduit au minimum le dérapage des roues directrices.





Activité 19: Systèmes de direction (parallèlogramme ou trapèze) (suite)

PREMIERE PAGE

Les photos 1 et 2 montrent un système de direction ouvert (trapèze dans un tracteur agricole).

Les photos 3 et 4 montrent des systèmes de direction (parallèlogramme et trapèze de direction).

Question:

Demandez aux élèves de nommer des véhicules dans lesquels on trouve les deux types de systèmes de direction.

Réponse:

Le parallèlogramme de direction est usuel dans les machines agricoles, les voitures de jeu (d'une marche lente).
Le trapèze de direction est usuel dans les voitures de tourisme, les camions, les tracteurs ...

PAGES INTERIEURES

Parallèlogramme de direction (modèle blanc – 4 étapes de montage).

Trapèze de direction (modèle jaune – 1 étape de plus que le modèle blanc).

Expérience:

A faire après avoir construit le modèle.
Demandez aux élèves de modifier l'emplacement des axes de pivots et de changer la longeur des bras de leviers de commande de direction.

Constat:

Les élèves apprennent que l'orientation des roues dépend de la disposition des axes de pivotement sur les leviers de commande de direction et sur la barre d'accouplement. Comparez avec les esquisses du recto qui montrent le parallèlogramme et le trapèze de direction

Autre possibilité:

Demandez aux élèves de construire un système de direction pour une voiture dans laquelle la roue intérieure, lorsque l'on prend un virage, tourne plus que la roue extérieure.

Remarque pratique:

Il peut être difficile pour certains élèves de positionner la barre d'accouplement. Il suffit alors de placer le doigt ou un objet sous les leviers de commande de direction au moment de sa mise en place.

DERNIERE PAGE

Véhicule à parallèlogramme de direction simple avec crémaillère.

Faites remarquer que le pignon du levier de commande de direction ne commande pas directement la crémaillère car, si c'était le cas, les roues tourneraient dans le sens inverse du volant.

Activité 20: Système de direction (crémaillère + trapèze de direction)

THEORIE

Avant d'aborder cette activité, il est conseillé d'avoir préalablement étudié les fiches 4 (leviers), 10 (direction simple), 13 (transmission de mouvement) et 19 (parallèlogramme et trapèze de direction).

Certaines voitures sont munies d'une direction à crémaillère. La photo 2 de la première page montre ce principe.

La crémaillère se déplace d'un côté et de l'autre et les leviers de commande de direction lui sont rattachés. On désigne cette direction sous le nom de trapèze du fait que les différents éléments qui la composent forment un trapèze.

PREMIERE PAGE

La photo 1 montre une voiture moderne qui utilise la direction à crémaillère.

PAGE INTERIEURES

Direction à crémaillère (trapèze) (modèle blanc – 7 étapes de construction).

Expérience:

A faire après avoir construit le modèle.
Demandez aux élèves d'actionner le volant.

Constat:

Les élèves découvrent que ce système de direction fonctionne exactement comme celui d'une vraie voiture. La roue intérieure tourne davantage que la roue extérieure (C'est l'effet du trapèze). La crémaillère se déplace d'un côté comme de l'autre en suivant un trajet rectiligne sans courbe, ce qui contraste avec le modèle de la dernière page de la fiche 19.

On peut aussi envisager d'autres solutions pour transmettre la rotation du volant aux roues (vis sans fin et pignon, système de cordes ou cables, systèmes hydrauliques ...).

Autre possibilité:

Demander aux élèves de construire un système de direction à trapèze et crémaillère.

Remarque pratique:

Il peut être difficile de fixer ces éléments aux plaques tournantes à cause de leur mobilité. On peut remédier à cet inconvénient en tenant le doigt sous la plaque pendant la fixation des éléments.

DERNIERE PAGE

Elle montre la réalisation d'un joint de cardan.

Sa construction n'est pas aisée mais elle permet de mieux assimiler les principes de fonctionnement de cet élément.

Le joint de cardan est utilisé lorsque l'on doit transmettre un mouvement de rotation sous un certain angle. C'est le cas, par exemple, pour le petit cardan utilisé dans le système de direction du modèle de la dernière page de la fiche 19.

Le joint de cardan peut être considéré comme l'un des développements de la transmission angulaire (fiche 7).

1.5. PIECES DE RECHANGES/ PIECES COMPLEMENTAIRES

Vous trouverez, sur la page suivante, l'ensemble des pieces complémentaires disponibles. Votre revendeur en matériel éducatif LEGO pourra vous les procurer.

Si vous avez des questions concernant l'utilisation de ce matériel ou bien des suggestions, des idées ou une expérience à nous communiquer, n'hésitez pas, écrivez nous:

LEGO S.A.
DÉPARTEMENT MATÉRIEL ÉDUCATIF
B.P. 837
28011 CHARTRES CEDEX

Nomenclature des pieces de rechange

1300	Poids + poutres x2 x5	
1301	Briques + plaques de base x20 x2	
1302	Plaques tournantes + mécanismes de bascules + angles x20 x20 x5	
1303	Crémaillères + pistons + cardans x20 x5 x5	
1304	Plaques assorties x20 x20 x10 x10	
1305	Pneus + jantes + volants x20 x20 x10 x4 x20 x20	
1306	x10 x10 x20 x10 x10 Pignons assortis	
1307	Douilles assorties x20 x40 x40	
1308	Poutres assorties x30 x30 x10 x10	
1309	Grandes poutres x10 x10	
1310	Axes assortis x20 4 x20 6 x10 8 x10 10 x10 12	
1311	Plaques à trous assorties x20 x20 x10	
1313	Boîte pièces de rechange (Art. Nos. 1300-1311)	

Nomenclature des pièces de rechange

1300	Pavés + poutres		1307	Duplos assortis
1301	Briques + plaques de base		1308	Portes assorties
1302	Plaques tournantes + mécaniques de bascule + engins		1309	Briques pentes
1303	Crêtes utilisées + pièces + roues		1310	Axes assortis
1304	Plaques assorties		1311	Plaques à trous assorties
1305	Pneus + jantes + volants		1313	Boîte pièces de rechange (Art. Nos 1300-1311)
1306	Figures assorties			